

Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones

Edición de.

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

Prólogo de.

José Francisco Torres Alfosea
Vicerrector de Calidad e Innovación Educativa
Universidad de Alicante

Edición de:

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

© Del texto: los autores (2016)

© De esta edición:

Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Calidad e Innovación educativa
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) (2016)

ISBN: 978-84-617-5129-7

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Destrezas matemáticas previas de los estudiantes de Grado en Ingenierías y Arquitectura (II)

A. Campo Bagatin¹; Mariela Álvarez López; Tarsicio Beléndez Vázquez¹;
Santiago Heredia Ávalos; Antonio Hernandez Prados; Juan Carlos Moreno Marín¹;
Manuel Ortuño Sánchez¹; Julio Rosa Herranz; José Miguel Torrejón Vázquez¹;
Ferran Josep Verdú Monllor²

¹*Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante*

²*Departamento de Matemática Aplicada. Universidad de Alicante*

RESUMEN

Muchos profesores de asignaturas de física y de matemáticas que imparten docencia en el primer curso de las titulaciones técnicas de Grado detectan un empeoramiento de las destrezas matemáticas básicas de los alumnos de nuevo ingreso. Esta situación dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje y lastra negativamente las posibilidades de éxito de muchos estudiantes de primer curso. Esta clara sensación, sin embargo necesita de una definición cuantitativa. En este proyecto, nos planteamos continuar y completar el análisis cuantitativo realizado en el curso 2014/15, de las destrezas en matemáticas básicas de los nuevos matriculados en las titulaciones de Grado de la Escuela Politécnica Superior (EPS), extendiéndolo a todas las titulaciones de Grado de la misma, para impulsar un debate en la comunidad universitaria y pre-universitaria que lleve a proponer medidas concretas dirigidas a mejorar las habilidades matemáticas previas en nuestros estudiantes.

Palabras clave: Requisitos previos, Matemáticas, Física, Ingeniería, Arquitectura.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema.

Existe la percepción entre los profesores de los primeros cursos que, en muchos casos, las dificultades que encuentran los estudiantes de primer curso de Grado de las titulaciones técnicas de la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Alicante (UA) podrían estar relacionadas con la brecha mencionada en el nivel de habilidades matemáticas básicas y que ha ido aumentando en la última década.

1.2 Revisión de la literatura.

A lo largo de la primera década del siglo XXI profesores del Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal (Álvarez et al., 2006; Márquez et al., 2003) han ido investigando con qué conocimientos previos en Física los estudiantes comienzan sus estudios universitarios en las titulaciones técnicas de la EPS. Esto ha permitido corregir y montar los nuevos planes de estudio de las asignaturas de Grado y adaptarlos, en la medida de lo posible, para superar el desnivel existente entre Bachiller y primer curso de Universidad. En el curso 2014/15 se realizó la primera parte de este estudio, en el que se sondeaban las habilidades algebraicas básicas de los alumnos de nuevo acceso (Campo Bagatin et al., 2015).

1.3 Propósito.

En este estudio se busca sondear el nivel de destrezas matemáticas básicas que tienen los alumnos procedentes de la educación secundaria. En el curso 2015/16 hemos centrado el estudio simplemente en las habilidades básicas en geometría, trigonometría y vectores (por brevedad se cita esta parte como “geometría”) encuestando a todos los alumnos de la EPS. Además hemos complementado el estudio emprendido en el curso 2014/15 en tres titulaciones, centrado en habilidades algebraicas elementales, incluyendo en el mismo a alumnos de dos grupos del Grado en Ingeniería Informática. Las habilidades en geometría son imprescindibles para cursar adecuadamente el primer curso de Grado en titulaciones técnicas de la EPS de la UA. La finalidad del estudio es, en primer lugar, cuantificar la sensación que muchos profesores tienen acerca de las escasas destrezas que muchos estudiantes tienen al llegar a la Universidad. En segundo lugar, se pretende sensibilizar las instancias educativas sobre este problema para que se planteen medidas adecuadas a la mejora del nivel de matemáticas básicas de los estudiantes que acceden a la Universidad en titulaciones técnicas.

Algunas variables que influyen potencialmente en que accedan a estudios técnicos alumnos con moderadas habilidades matemáticas son la cantidad de asignaturas de matemáticas cursadas en el los estudios de Bachiller y el resultado del examen de Selectividad.

Este estudio extiende y completa así el realizado en el curso 2014/15.

2. METODOLOGÍA

Con el fin de cuantificar este fenómeno, se propone a los estudiantes de todos los estudios de Grado de la EPS, en los primeros días de clase de asignaturas de Física en el curso 2015/16, la resolución de sencillas cuestiones matemáticas estrechamente relacionadas con las destrezas necesarias para cursar de manera eficaz el primer curso de Grado.

En la primera parte (encuesta) se plantean 3 preguntas sobre las asignaturas de Física y de Matemáticas cursadas en el Bachiller y sobre el examen de Selectividad, y en la segunda parte (cuestionario) se plantean 20 preguntas en las que se han de indicar las respuestas correctas a cuestiones matemáticas básicas, propias de los temarios de ESO y Bachiller, entre 4 respuestas propuestas. Hay dos modalidades de cuestionario: la Modalidad 1 pregunta sobre habilidades algébricas y el cuestionario es idéntico al de 2014/15: esta modalidad solo se ha propuesto en este curso en el Grado de Ingeniería Informática. La Modalidad 2 pregunta sobre habilidades de geometría, vectores y trigonometría y no fue propuesto en 2014/15. El análisis de este documento se centra en la Modalidad 2, que ha tenido un carácter más universal. El cuestionario no es anónimo, de forma que los resultados se puedan relacionar con los resultados de cada alumno en la asignatura de Física correspondiente.

2.1. Descripción del contexto y de los participantes.

Se realiza el estudio en el curso 2015/16 con 480 estudiantes de todas las asignaturas de Física del primer curso de Grado de la EPS (el 56,4% de todos los matriculados en esas asignaturas), completando el estudio comenzado en el curso anterior (214 alumnos, 2014/15).

Listado de acrónimos utilizados.

- FA1: Física Aplicada 1. Grado en Fundamentos de la Arquitectura (y Grado en Arquitectura).

- FFE: Fundamentos Físicos de las Estructuras. Grado en Arquitectura Técnica.
- FFIC: Fundamentos Físicos de la Ingeniería Civil. Grado en Ingeniería Civil.
- FFI1 (G.I.Q.): Fundamentos Físicos de la Ingeniería Química I (FFIQ). Grado en Ingeniería Química.
- FFI: Fundamentos Físicos de la Ingeniería Informática. Grado en Ingeniería Informática.
- FFI2 (G.I.T.): Fundamentos Físicos de la Ingeniería II. Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen en Telecomunicación.
- FFI1 (G.T.I.S.): Fundamentos Físicos de la Ingeniería I. Grado en Tecnologías de la Información para la Salud.
- FFI1 (G.I.R.): Fundamentos Físicos de la Ingeniería I. Grado en Ingeniería Robótica.

Tabla 1. Muestra de la encuesta.

Los datos se aportan separados según las dos modalidades de cuestionario (Modalidad 1 y Modalidad 2). Asignatura: Indica la asignatura en la que se realiza cada cuestionario. Cuatr.: Indica en qué cuatrimestre se cursa la asignatura. Curso: se indica en qué curso se realiza el cuestionario. NG/NGT: Número de grupos por asignatura que participan en el cuestionario sobre el número total de grupos. Nal/NalT: Número de alumnos que realizan el cuestionario sobre el total de matriculados en la asignatura. En el caso de FA1 se indica el número de alumnos del Grado en Fundamentos de la Arquitectura y del Grado en Arquitectura (en extinción).

Asignatura	Cuatr.	Modalidad 1			Modalidad 2		
		Curso	NG/NGT	Nal/NalT	Curso	NG/NGT	Nal/NalT
FA1	1	2014/15	2/2	127/151	2015/16	2/2	133/161
FFE	2	2014/15	1/3	13/75	2015/16	1/3	28/57
FFIC	1				2015/16	1/2	24/63
FFI1 (G. I. Q.)	1	2014/15	1/1	26/60	2015/16	1/1	71/78
FFI (G. I. I.)	1	2015/16	1/5	48/323	2015/16	2/5	84/323
FFI2 (G. I. T.)	2				2015/16	2/2	50/72
FFI1 (G. T. I. S.)	1				2015/16	1/1	37/39
FFI1 (G. I. R.)	1				2015/16	1/1	52/60

2.2. Materiales

La encuesta/cuestionario de geometría se encuentran en el Anexo 1 al final de este documento.

2.3. Instrumentos

Estadísticas y gráficos básicos realizados con hojas de cálculo. Corrección de cuestionarios por medio de hojas digitalizadas, realizada por el Centro de Procesamiento de Datos de la UA.

2.4. Procedimientos

Los profesores implicados en este estudio y responsables de cada grupo proponían la encuesta/cuestionario a los estudiantes durante los primeros días de clase de la asignatura. A las primeras 3 cuestiones solo contestaban los alumnos de primera matrícula. El tiempo asignado para realizar la encuesta fue de 40'.

3. RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados generales por titulación del estudio realizado en este curso y la correlación entre la nota obtenida en el cuestionario y la nota del examen correspondiente a cada asignatura encuestada.

A. Resultados globales y por titulación.

Tabla 2. Resultados globales.

Resultados globales del cuestionario sobre habilidades matemáticas (geometría, vectores, trigonometría) de los 480 alumnos de la EPS que lo realizaron.

Nota media	% Aprobados	% Respuestas correctas	% Respuesta erróneas	% No contestadas
3,7/10	25,6	37,0	50,0	13,0

Tomando los resultados de las respuestas a las cuestiones planteadas en su conjunto, destaca que el porcentaje medio de aciertos sea del 37% que parece de por sí un dato preocupante cuanto a las habilidades de nuestros estudiantes en este ámbito. Analizando el resultado por titulaciones sólo un grupo que destaca por los buenos resultados, el grupo de FFI1 del Grado en Ingeniería Robótica.

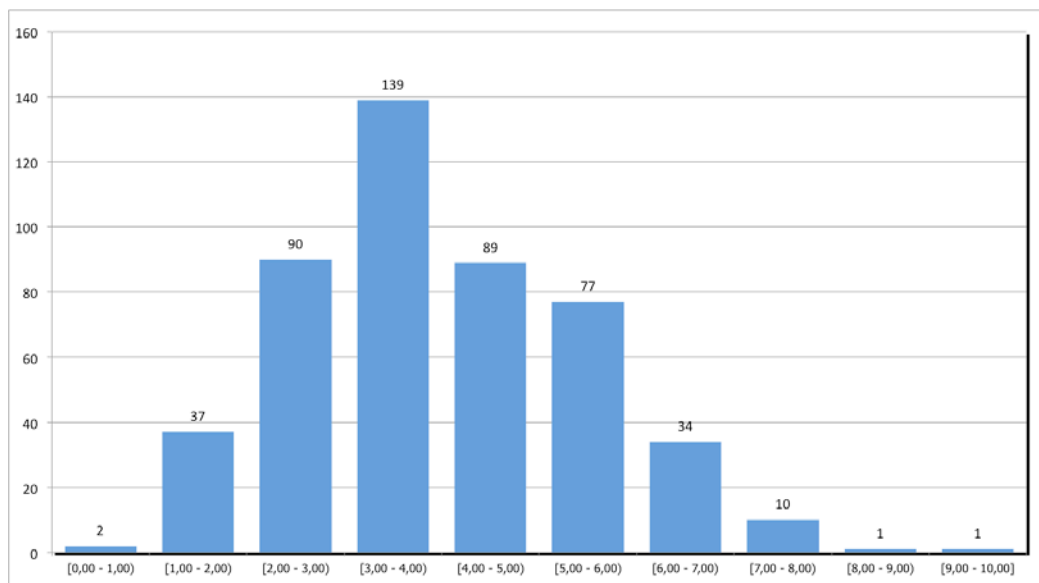


Fig. 1. Histograma de la distribución de notas de todos los estudiantes encuestados en 2015/16 con el cuestionario de geometría, vectores y trigonometría.

Una variable a tener presente en el estudio es la nota de corte real de las distintos Grados encuestados y que se refleja en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados por titulación.

Nota de corte de selectividad y porcentajes de respuestas acertadas, erróneas y no contestadas, según la asignatura encuestada.

* Al no cubrirse las plazas ofertadas de alumnos matriculados, la nota de corte, de hecho es 5,0 (Puntuación sobre 14 puntos).

Asignatura	Nota corte Selectividad	% Correctas	% Erróneas	% No contestadas
FA1	5,000	40,4	48,0	11,6
FFE	5,000	33,1	51,5	15,4
FFIC	5,000	40,0	52,0	8,0
FFI1 (G. I. Q.)	7,643	35,7	47,8	17,4
FFI (G. I. I.)	6,118	34,8	40,5	24,7
FFI2 (G. I. T.)	8,708*	37,6	58,4	4,0
FFI2 (G. I. T.- ARA)	8,708*	43,2	53,7	3,1
FFI1 (G. T. I. S.)	6,927*	30,7	63,6	5,7
FFI1 (G. I. R.)	9,468	56,5	37,3	6,2

B. Procedencia de los estudiantes.

A continuación se presentan las estadísticas básicas correspondientes a los resultados de la encuesta y el cuestionario. Las preguntas de la encuesta se encuentran en el cuestionario anexo (Anexo I).

Tabla 4. Resultados según procedencia.

Resultados globales de la encuesta sobre procedencia de los estudiantes.

Preg.	a		b		c		d		No contestan	
1	40	10,05%	61	15,33%	6	1,51%	291	73,12%	82	17,08%
2	25	6,28%	35	8,79%	2	0,50%	338	84,92%	80	16,67%
3	102	25,63%	40	10,05%	104	26,13%	117	29,40%	117	24,38%

El porcentaje de alumnos que no contestan a (1) y (2) corresponde, en gran medida, a los estudiantes que no son de nueva matrícula, por lo que se les excluye de la estadística y de los porcentajes correspondientes a las preguntas (1) a (3). En el caso de la pregunta (3), a los estudiantes citados se suman los que proceden de ciclos formativos u otras situaciones (acceso a mayores de 25, 40 años, etc.) que no realizaron la prueba de Selectividad (7%). El número de alumnos que contestan a la pregunta (1) es de 486, 6 unidades superior al resto de preguntas, incluidas las del cuestionario. Desconocemos la causa de esta discrepancia, que podría atribuirse a alumnos que por algún motivo decidieran no seguir rellenando el cuestionario.

Más del 70% de los estudiantes de nueva matrícula cursó asignaturas de física y más del 80% cursó asignaturas de matemáticas en ambos cursos de Bachiller o estudios equivalentes. Los estudiantes declaran haber aprobado el examen de matemáticas en Selectividad en un 55,5%.

El hecho de haber cursado asignaturas de matemáticas (85%) en los dos cursos de bachillerato no parece influir positivamente sobre el resultado del cuestionario.

Vale también la pena destacar que hay en torno a un 25% de estudiantes que cursaron, como mucho y tan sólo en 1º de Bachiller, asignaturas de física, porcentaje que se reduce al 15% en el caso de matemáticas. Así mismo nótese que una cuarta parte (el 26%) de los estudiantes no aprueban ni física ni matemáticas en la Selectividad y así todo acaban cursando una titulación técnica.

Sin embargo, como se deduce de la Tabla 3, Un elemento discriminante parece ser la nota de corte “real” de los respectivos Grados, destacando los buenos resultados de los estudiantes del Grado en Ingeniería Robótica. Nos referimos al hecho que en algunas titulaciones que prevén una determinada nota de corte, el hecho de que no se cubran las plazas ofertadas hace que, de hecho, la nota de corte real sea inferior a la prevista.

C. Respuestas a las 20 cuestiones matemáticas.

En la Tabla 5 se indican los porcentajes de respuestas correctas, erróneas y no contestadas, dadas por los estudiantes al cuestionario sobre conocimientos básicos de geometría, vectores y trigonometría. En la Fig.2 se visualizan los resultados en un histograma correspondiente según el código de colores indicado. Se indica además a qué etapa educativa corresponden las preguntas. En el cuestionario en el apéndice, las preguntas van de la pregunta p. 11 a la p. 30 (y corresponden a la numeración de la 1 a la 20 de la Tabla 5 y Fig.2).

Tabla 5. Porcentajes de respuestas correctas, erróneas y no contestadas, para cada pregunta del cuestionario, para todos los 480 alumnos que han participado.

Pregunta	% Correctas	% Erróneas	% No contestadas
1	20,0	77,3	2,7
2	60,2	30,8	9,0
3	38,5	48,8	12,7
4	51,3	41,9	6,9
5	58,3	30,6	11,0
6	53,1	41,3	5,6
7	26,3	51,0	22,7
8	19,0	62,5	18,5
9	25,4	68,3	6,3
10	28,3	54,2	17,5
11	46,0	44,4	9,6
12	35,0	58,1	6,9
13	23,8	42,9	33,3
14	89,6	7,3	3,1
15	35,2	57,5	7,3
16	20,6	64,8	14,6
17	28,8	49,2	22,1
18	10,8	77,3	11,9
19	34,6	47,5	17,9
20	35,6	45,0	19,4

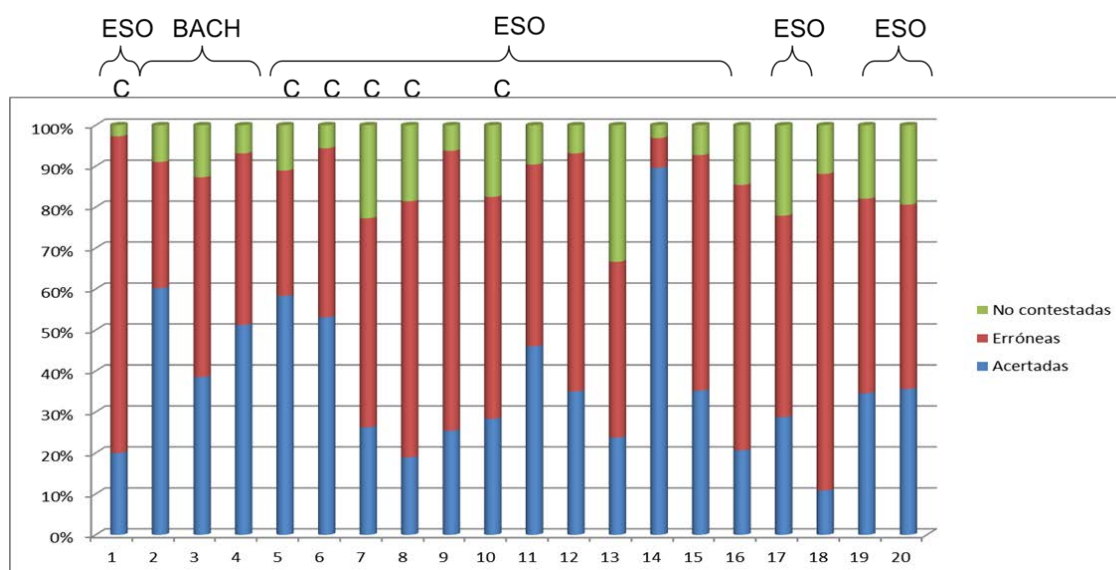


Fig. 2. Histograma acumulativo, normalizado, de las respuestas a cada pregunta de todos los estudiantes de la EPS encuestados. Se indica si cada pregunta forma parte específica del temario de ESO o de Bachiller y, en el primer caso, si es parte de los temas impartidos en 4º de ESO (C: Ciencias).

Los resultados muestran que cuestiones muy básicas como sumar vectores (pregunta 11 en el cuestionario del Anexo 1; 1 de la Fig.2), los criterios de semejanza e igualdad de triángulos (p. 17 y 19; 7 y 9 en Fig.2), resolver una ecuación trigonométrica básica (p. 18, 8 en Fig.2), identificar la pendiente de una recta sobre un papel cuadrículado (p.20; 10 en Fig.2), reconocer la gráfica de una función coseno (p. 22; 12 en Fig.2), resolver sencillos problemas geométricos (p. 23, 27 a 30; 13, 17 a 20 en Fig.2), o escribir el área de un círculo dado su diámetro, son respondidas correctamente por menos de 1/3 de los estudiantes de primer curso de la EPS.

D. Relación notas cuestionario/examen en cada titulación.

Presentamos a continuación la relación entre los resultados obtenidos en el cuestionario propuesto y las notas obtenidas en los exámenes finales de Física (en sus varias denominaciones) de cada titulación de la EPS encuestada (Fig.3a, b, c, d, e, f, g, h, i). Tal correlación se puede realizar dado que el cuestionario se llevó a cabo de manera no-anónima. En la medida de lo posible se ha intentado que, dada la diversidad de las metodologías de evaluación utilizadas en cada asignatura correspondiente a titulaciones diferentes, se procurara relacionar el resultado del cuestionario con pruebas de evaluación en las que de alguna forma una cultura matemática básica fuera necesaria

(exámenes de problemas, principalmente). Hay que tener en cuenta que no todos los alumnos que realizaron el cuestionario se presentaron en el curso a las pruebas de examen que se contabilizan y se caracterizan como nota del examen (NE). Se relaciona también el resultado de la encuesta con la participación a los exámenes finales.

En las figuras correspondientes a cada asignaturas, el cuadrante sombreado en verde evidencia los alumnos que han aprobado ($NE \geq 5,0$) el examen (en FA1, $NE \geq 4,0$) con respecto a los que sacaron nota no inferior a 4,0 en el cuestionario ($NC \geq 4,0$). El cuadrante sombreado en rojo, los alumnos que han suspendido el examen con respecto a los que sacaron nota inferior a 4,0 en el cuestionario ($NC < 4,0$ y $NE < 5,0$).

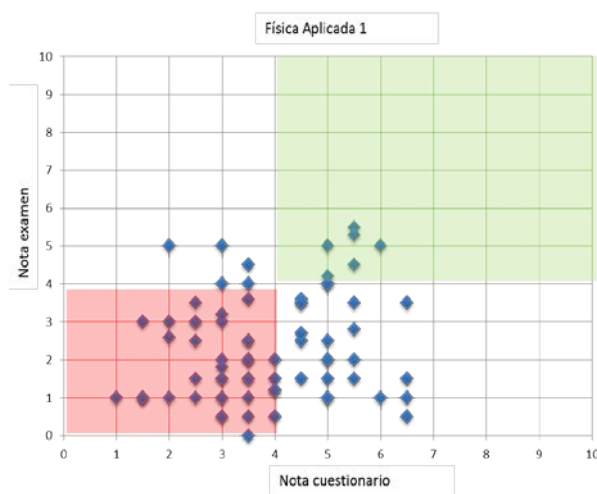


Fig. 3a

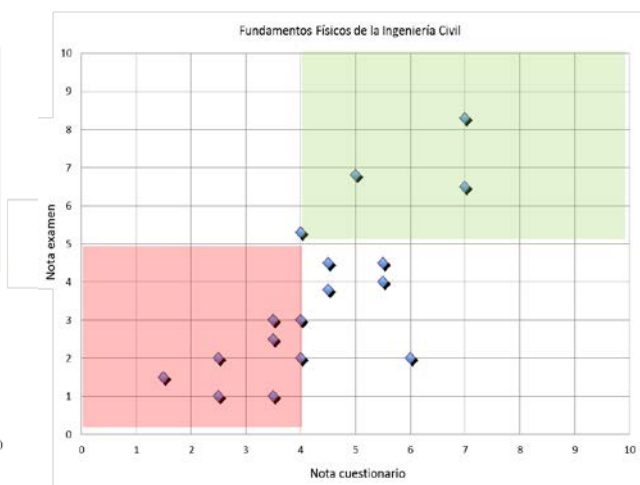


Fig. 3b

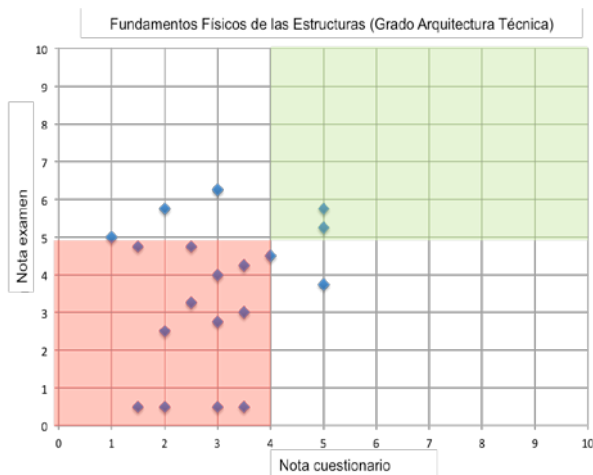


Fig. 3c

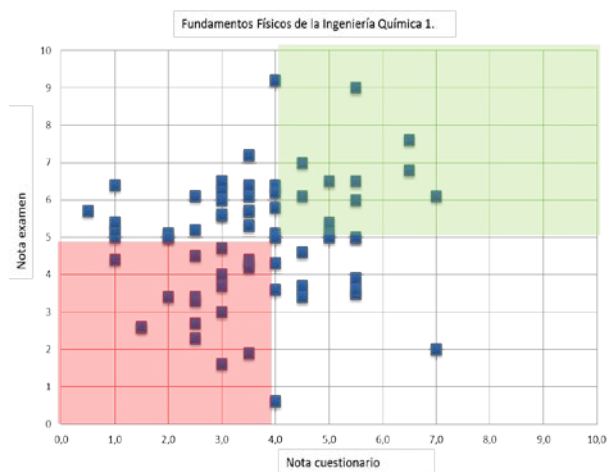


Fig. 3d

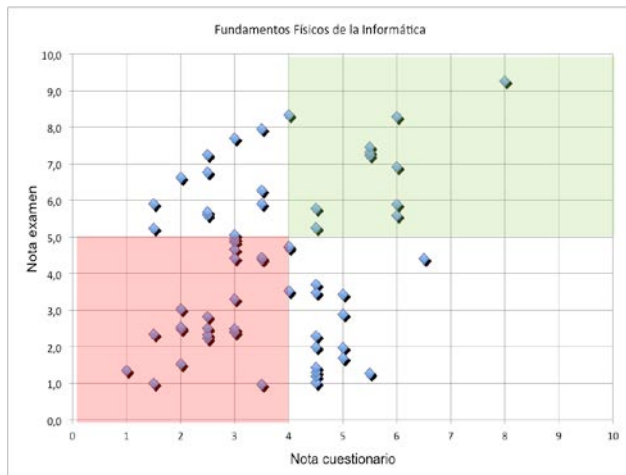


Fig. 3e

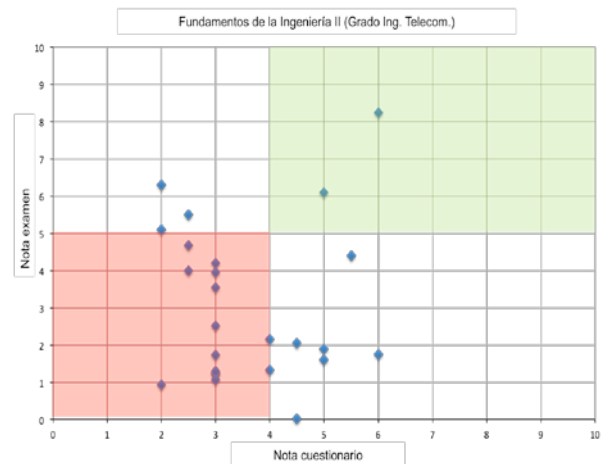


Fig. 3f

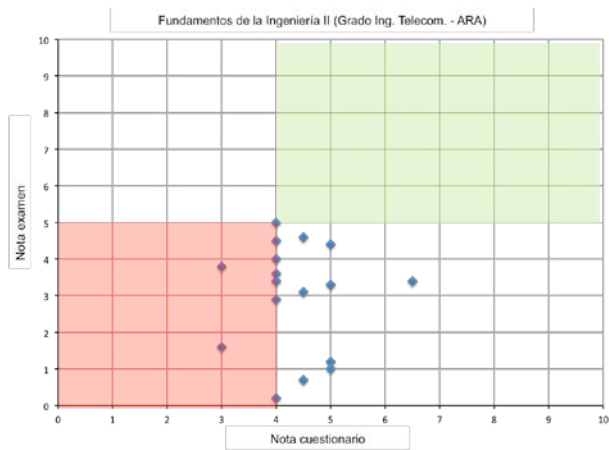


Fig. 3g

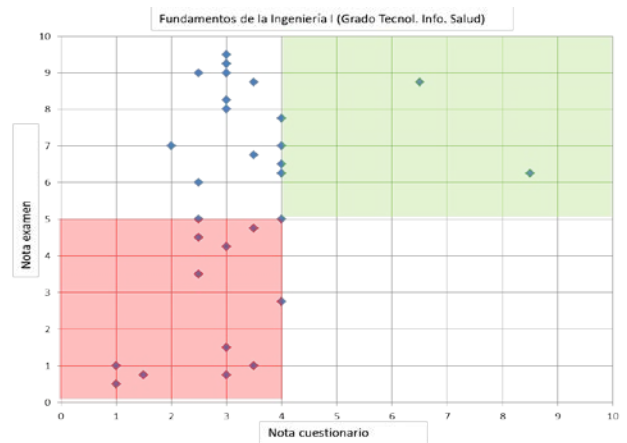


Fig. 3h

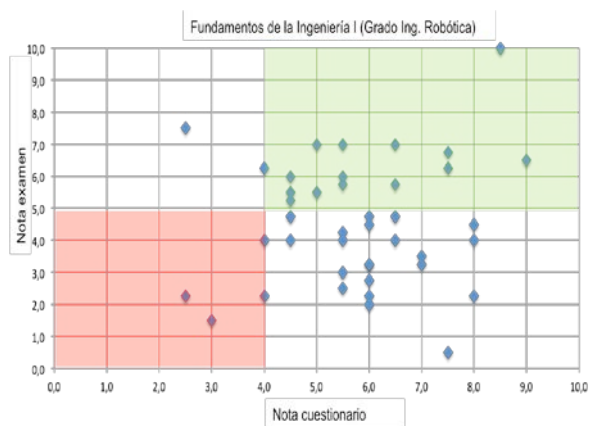


Fig. 3i

Como puede verse fácilmente en las gráficas de la Fig. 3a a 3i, en realidad no hay ninguna correlación lineal firme, en todos los casos el coeficiente de regresión lineal toma valores bajos, que no justifican dependencia lineal. Sin embargo, si bien hay que tener en cuenta la disparidad de criterios de evaluación entre distintas asignaturas y profesores, sí que se pueden reconocer tendencias claras en los resultados indicados por categorías. Para reconocerlas mejor, se han contabilizado los porcentajes de alumnos que tienen nota del cuestionario respectivamente (a) superior (o igual) y (b) inferior a 4,0, y los porcentajes de aprobados y suspensos en los exámenes de cada asignatura, correspondientemente a cada grupo así identificado. Se ha tomado 4,0 como nota de referencia del cuestionario, considerando que la nota media obtenida por los estudiantes es 3,7. Los datos se recogen en la Tabla 6, con los porcentajes de alumnos aprobados para cada asignatura, según las dos categorías: $NC \geq 4,0$ y $NC < 4,0$ en la segunda y tercera columna. La cuarta y quinta columna recogen los porcentajes de alumnos que no se han presentado a los exámenes, según las dos mismas categorías. Esta es una forma de ver si sus habilidades matemáticas previas inciden en la tasa de abandono en las correspondientes asignaturas.

Tabla 6. Porcentajes de alumnos con $NC \geq 4,0$ y $NE \geq 5,0$ y con $NC < 4,0$ y $NE \geq 5,0$, para cada asignatura, en relación a los alumnos presentado en el examen de cada asignatura. Porcentajes de alumnos no presentados en los exámenes, correspondientemente a su resultado en el cuestionario.

Asignatura	% ($NE \geq 5,0$)/ ($NC \geq 4,0$)	% ($NE \geq 5,0$)/ ($NC < 4,0$)	% No presentados ($NC \geq 4,0$)	% No presentados ($NC < 4,0$)
FA1*	21	10	40	47
FFE	50	20	0	0
FFIC	40	0	0	39
FFI1 (G. I. Q.)	74	45	0	19
FFI (G. I. I.)	41	38	3	38
FFI2 (G. I. T.)	20	20	29	12
FFI2 (G. I. T.- ARA)*	33	0	6	33
FFI1 (G. T. I. S.)	88	52	0	28
FFI1 (G. I. R.)	77	33	11	70
Valores medios	49	26	10	34

4. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio pretenden completar el sondeo sobre las destrezas matemáticas de los estudiantes que acceden al primer curso de las enseñanzas técnicas de la Escuela Superior de la Universidad de Alicante, comenzado en 2014/15. En el curso 2015/16 se han realizado cuestionarios sobre conocimientos básicos de geometría, vectores y trigonometría (“geometría”) en todas las titulaciones de la EPS y se ha ampliado la encuesta sobre conocimientos algebraicos básicos en el Grado en Ingeniería Informática.

Este trabajo, por brevedad, sólo recoge los resultados del cuestionario de geometría.

El estudio pone de manifiesto ciertas dificultades evidentes encontradas por los estudiantes. Sólo la cuarta parte de los alumnos de primer curso pueden responder a la mayoría de cuestiones con seguridad. Tratándose de cuestiones sobre elementos fundamentales de geometría, vectores y trigonometría, esta circunstancia es un obstáculo para que la mayoría de los estudiantes puedan comprender y resolver correctamente los problemas de física y matemáticas que van a tener que realizar rutinariamente. Esta situación lastra de manera inevitable los resultados académicos de los estudiantes de primer curso que, por ejemplo en las asignaturas de Física de Grado, resultan ser peores cuanto mayor es el grado de utilización de las matemáticas requerido, independientemente de los conceptos propios que se aprendan en la asignatura. El cuestionario propuesto en este curso confirma así los primeros resultados adelantados en el curso 2014/15, en que se analizaron los conocimientos algébricos básicos de los estudiantes de primer curso en 3 titulaciones (Campo Bagatin et al., 2015).

Los resultados de este trabajo permiten formular algunas conclusiones:

1) El hecho de cursar asignaturas de matemáticas en ambos cursos del Bachillerato no parece producir un efecto positivo en las destrezas matemáticas de nuestros estudiantes.

2) Tan sólo el 55,5% de los estudiantes que actualmente acceden a los estudios técnicos en la EPS de la Universidad de Alicante, afirman aprobar el examen de matemáticas de la Selectividad.

3) Un porcentaje elevado de estudiantes tienen dificultades, en particular con cuestiones matemáticas propias de los estudios de ESO (17 de las 20 cuestiones). Este puede ser un síntoma de que los conocimientos adquiridos en esa etapa no se han

practicado y utilizado posteriormente y que, exceptuando los estudiantes con buen expediente, aprobar esas asignaturas no garantiza haber asentado los conocimientos en ellas adquiridos.

4) Los resultados en el cuestionario son mejores en aquellas titulaciones para las que la nota de corte es mayor. Esto confirma que sólo aquellos alumnos que en sus estudios consiguen notas elevadas adquieren las herramientas matemáticas necesarias para cursar estudios técnicos de forma adecuada. Es evidente que tener una nota apenas suficiente en Selectividad, e incluso aprobar la prueba de matemáticas, tal y como está concebida actualmente, no es requisito suficiente para cursar con expectativas de éxito una carrera técnica en la EPS de la UA.

5) Las tasas de éxito y las tasas de abandono están sensiblemente afectadas por los escasos conocimientos matemáticos previos de los estudiantes de dos formas:

a) Influyen negativamente los resultados de los exámenes finales (EF) de las asignaturas cursadas: los porcentajes de aprobados en EF de los alumnos que obtienen notas inferiores a 4,0 en el cuestionario son muy inferiores a los de los alumnos con notas no inferiores a 4,0. En media, un 26% frente a un 49%, casi la mitad.

b) Afectan claramente a las tasas de abandono, que están concentradas en la categoría de alumnos con esas dificultades, que triplican (34% frente a 10%) las tasas de abandono de los alumnos con menos dificultades.

5. DIFICULTADES ENCONTRADAS

La muestra que ha podido utilizarse para este estudio es significativa, siendo superior al 50% (56%) de los alumnos matriculados en la EPS de la Universidad de Alicante. La muestra habría podido ser mayor si más grupos de las distintas asignaturas hubieran participado en el trabajo mismo, aunque no consideramos que esta circunstancia pudiera modificar significativamente los resultados globales del estudio.

6. PROPUESTAS DE MEJORA

Evidentemente, el problema que se cuantifica en este estudio tiene raíces profundas en el sistema educativo: desde la Escuela Primaria a la Educación Secundaria Obligatoria sería deseable una mayor atención a la enseñanza de las matemáticas. En particular nos referimos a la dedicación necesaria para la adquisición de herramientas elementales, a la recuperación en la enseñanza de las matemáticas de los principios

básicos de la geometría euclidiana. Esto debería llevarse a cabo de forma que el estudiante desarrollara habilidades en la solución de problemas, a través de las herramientas que va adquiriendo en su formación, más que por medio de la mera ejecución mecánica de algoritmos durante un tiempo acotado, que jamás son aplicados, de los que el estudiante desconoce la utilidad y que son rápidamente olvidados. Todo esto implica una actualización en los programas de esas fases educativas y, lo que es más importante, una decidida actualización de las metodologías utilizadas.

Nos damos cuenta de que se trataría de una actuación cuyos resultados se verían a medio-largo plazo, que si bien sería necesaria, no resolvería los problemas relacionados con la discontinuidad *actual* entre el nivel de habilidades matemáticas de los estudiantes que acceden a estudios técnicos y el nivel realmente necesario para cursar con provecho esos estudios.

Una de las posibles vías de actuación sería que se les pudiera reclamar a nuestros futuros estudiantes de estudios técnicos no sólo la condición de haber cursado la asignatura de matemáticas en los dos cursos de bachillerato, sino también la de haber superado la prueba de matemáticas en la posterior “reválida” o en la prueba de acceso a la universidad. En su defecto, o como actuación alternativa, sería necesario que se pudieran diseñar pruebas de ingreso “ad hoc” para cada titulación, donde las destrezas matemáticas tuvieran un papel relevante como requisito de acceso. Aquellos estudiantes que no superaran esas pruebas, para poder cursar estudios técnicos deberían tener la posibilidad de realizar un curso de equiparación en matemáticas básicas de una duración conveniente (no inferior a un semestre) paralelamente al primer curso. Coherentemente, en los planes de estudios, las asignaturas que más utilicen herramientas matemáticas deberían programarse para el segundo semestre o incluso para el segundo curso de cada titulación.

Este tipo de estrategias, en una Universidad realmente basada en la calidad, tiene que ir desligada de planteamientos mercantilistas sobre la financiación de la universidad pública que dependen críticamente del número de estudiantes matriculados.

“ἀγεωμέτρητος μὴ εἰσίτω”

(“No entre aquí quien no sepa geometría”: Frase que la tradición emplaza grabada en la entrada de la Academia de Platón).

7. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

Consideramos que este trabajo concluye el estudio realizado en estos dos cursos (2014/15 y 2015/16) sobre el tema.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, M.L.; Márquez, A.; Beléndez, A.; Campo Bagatin, A.; Hernández, A.; Yebra, M.L.; Ortuño, M.; Gallego, S. (2006). Red docente de física en titulaciones de ingeniería. La estructura curricular del EEES. Alicante. Editorial Universidad de Alicante.
- Márquez, A.; Álvarez, M. L.; Beléndez, A., Campo, A.; Hernández, A.; Marco, A.; Martín, A.; Rosa, J.; Torrejón J. M.; Yebra, M. S. (2003). Investigación docente sobre la enseñanza de la Física en titulaciones de Ingeniería. *Investigar el Espacio Europeo de Educación Superior. Investigar l'Espai Europeu d'Educació Superior*. Alicante. Editorial Universidad de Alicante.
- Campo Bagatin, A.; Beléndez Vázquez, T.; Moreno Marín, J.C.; Ortuño Sánchez, M.; Torrejón Vázquez, J.M.; Verdú Monllor, F.J. (2015). Destrezas matemáticas previas de los estudiantes de grado en ingenierías y arquitectura. *XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio*. Alicante. Editorial Universidad de Alicante.

ANEXO 1. Cuestionario Modalidad 2.

*Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal
EPS - Universidad de Alicante. Curso 2015/16.*

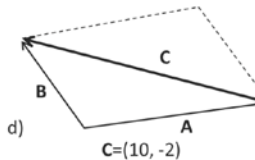
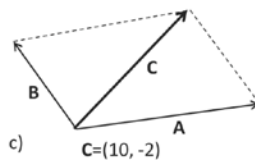
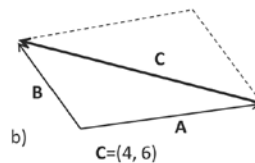
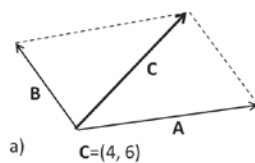
Este cuestionario se realiza con fines únicamente estadísticos y NO se utilizará para evaluar al estudiante.

Por favor, contesta a las primeras 3 preguntas sólo si cursas la asignatura por primera vez. En cualquier caso, contesta siguiendo el orden numérico indicado.

- 1) ¿Cursaste asignaturas de física en bachiller/FP?
 - a) En ningún curso
 - b) Sólo en 1º
 - c) Sólo en 2º
 - d) En ambos cursos
- 2) ¿Cursaste asignaturas de matemáticas en bachiller/FP?
 - a) En ningún curso
 - b) Sólo en 1º
 - c) Sólo en 2º
 - d) En ambos cursos
- 3) En el examen de selectividad
 - a) No aprobaste ni física ni matemáticas
 - b) Aprobaste sólo física
 - c) Aprobaste sólo matemáticas
 - d) Aprobaste física y matemáticas

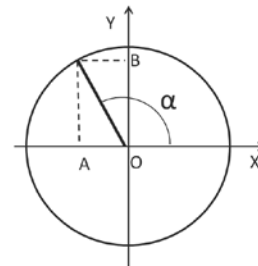
Ahora vienen 20 sencillas preguntas básicas sobre vectores, geometría y trigonometría, que deberías poder resolver en el tiempo asignado.

- 11) Dados los vectores $\mathbf{A}=(7, 2)$ y $\mathbf{B}=(-3, 4)$ del esquema, indíquese cuál es el vector resultante \mathbf{C} correcto:



12) El producto escalar entre los vectores $\mathbf{A} = (7, 2)$ y $\mathbf{B} = (-3, 4)$ es:

- a) Un vector de módulo -13
- b) Un escalar: -13
- c) Un escalar: 34
- d) El vector $(34, 0, 0)$ perpendicular a \mathbf{A} y \mathbf{B}

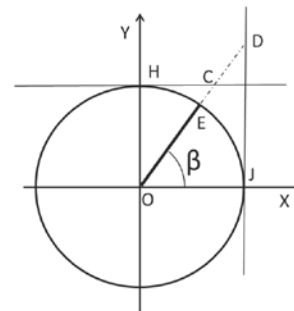


13) ¿Cuál es la respuesta correcta para el seno y el coseno del ángulo indicado? (Circunferencia de radio unidad)

- a) $\text{sen } \alpha = OA, \cos \alpha = OB$
- b) $\text{sen } \alpha = OB, \cos \alpha = OA$
- c) No se pueden definir si $\alpha > \pi/2$.
- d) Ninguna de las anteriores

14) El producto vectorial entre los vectores $\mathbf{A} = (0, 7, 2)$ y $\mathbf{B} = (-3, 4, 0)$ es:

- a) Un vector de módulo 28
- b) Un escalar: 28
- c) Un escalar: 34
- d) El vector $(-8, 6, -21)$ perpendicular a \mathbf{A} y \mathbf{B}



15) ¿Cuál es, entre las distancias indicadas, la respuesta correcta para la tangente del ángulo β ?

- a) $\text{tg } \beta = HC = \text{sen } \beta / \cos \beta$
- b) $\text{tg } \beta = JD = \text{sen } \beta / \cos \beta$
- c) $\text{tg } \beta = HC = \cos \beta / \text{sen } \beta$
- d) $\text{tg } \beta = JD = \cos \beta / \text{sen } \beta$

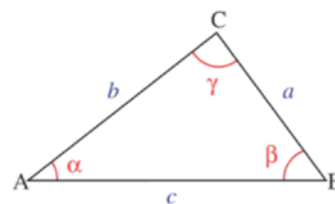
16) ¿Cuál es el resultado de la siguiente expresión?

$$\cos(0) + (1/2)[3\text{sen}(\pi/2) + \text{sen}(3\pi/2)]$$

- a) -1
- b) 0
- c) 1
- d) 2

17) Para el triángulo rectángulo de la figura, indíquense las relaciones correctas:

- a) $a = c \cdot \cos \gamma$; $b = c \cdot \text{tg } \beta$
- b) $b = c \cdot \cos \alpha$; $a = b \cdot \text{tg } \alpha$
- c) $a = c \cdot \cos \beta$; $b = c \cdot \text{tg } \alpha$
- d) $b = c \cdot \cos \alpha$; $b = a \cdot \text{tg } \alpha$



18) Hallar la solución de la siguiente ecuación: $\text{sen}^2 x - 2\text{sen} x = 0$. (En las soluciones propuestas, k es un número entero cualquiera).

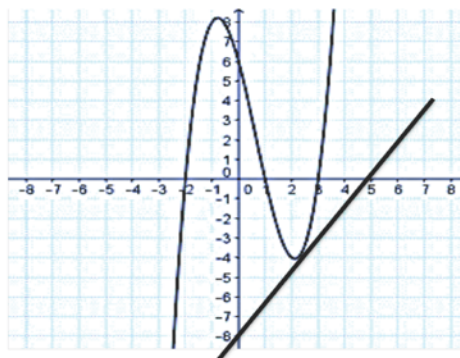
- a) $x = k\pi$
- b) $x = 0$
- c) $x = 2$
- d) $x = k\pi/2$

19) ¿Cuál de los siguientes criterios de igualdad para los triángulos NO es cierto? Dos triángulos, para ser iguales deben cumplir uno cualquiera de los siguientes requisitos:

- a) Tener iguales 2 lados y el ángulo que éstos forman entre sí.
- b) Tener iguales 1 lado y los 2 ángulos adyacentes.
- c) Tener iguales los 3 lados.
- d) Tener iguales los 3 ángulos.

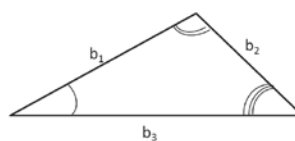
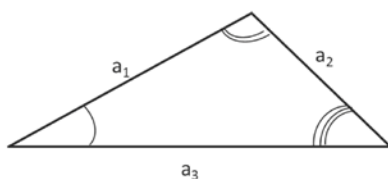
20) En la siguiente gráfica se representa la función $f(x) = x^3 - 2x - 5x + 6$, y su recta tangente en $x = 9/4$. Indíquese la pendiente de dicha recta tangente.

- a) $-8/5$
- b) $-5/8$
- c) $8/5$
- d) $5/8$



21) ¿Cuál de los siguientes criterios de semejanza para triángulos NO es cierto? Dos triángulos, para ser semejantes deben cumplir uno cualquiera de los siguientes requisitos:

- a) Tener 2 ángulos iguales.
- b) Tener los lados proporcionales.
- c) Tener 2 lados y un ángulo iguales.
- d) Tener 2 lados proporcionales y el ángulo comprendido entre ellos igual.



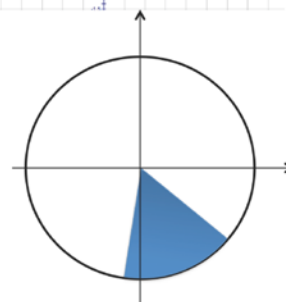
22) Indíquese qué función está representada en la gráfica:

- a) $f(x) = \sin(x)$
- b) $f(x) = \cos(x)$
- c) $f(x) = \operatorname{tg}(x)$
- d) $f(x) = \arcsen(x)$



23) Sabiendo que el círculo de la figura tiene 3 cm de radio y que el ángulo sombreado es de $\pi/3$ radianes, ¿Cuál es el valor numérico, en cm^2 , del sector circular sombreado?

- a) 9π
- b) $3\pi^2$
- c) $\pi/3$
- d) $3\pi/2$



*Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal
EPS - Universidad de Alicante. Curso 2015/16.*

- 24) La suma de los ángulos internos de un triángulo es, en grados:
- a) 90°
 - b) 180°
 - c) 270°
 - d) 360°
- 25) El área de un círculo, conocido su diámetro D, es:
- a) $2\pi D^2$
 - b) $\pi D^2/2$
 - c) $\pi D^2/4$
 - d) πD^2
- 26) ¿Cómo disminuye la masa M de una esfera maciza, de densidad constante, si su radio se reduce a la mitad?
- a) $M'=M/2$
 - b) $M'=M/4$
 - c) $M'=M/8$
 - d) $M'=M$
- 27) La altura de un triángulo equilátero de lado $3\sqrt{3}$ es:
- a) 4,5
 - b) $\sqrt{3}$
 - c) 3
 - d) $\sqrt{3}/2$
- 28) Después de llover 20 litros/m², ¿Cuánto ha subido el nivel del agua en una piscina?
- a) 2 cm
 - b) $4 \cdot 10^{-2}$ m
 - c) $2 \cdot 10^{-3}$ m
 - d) Depende del tamaño de la piscina.
- 29) El volumen de un depósito cilíndrico de 20 cm de radio y altura h es:
- a) $20 \pi h^2 \text{ cm}^3$
 - b) $400 \pi h^2 \text{ cm}^3$
 - c) $40 \pi h \text{ cm}^3$
 - d) $400 \pi h \text{ cm}^3$
- 30) ¿Cómo se modifica el área total S y el volumen V de una caja rectangular si la longitud de sus tres aristas a, b y c se reducen a la mitad?
- a) $S' = S/2$; $V' = V/2$
 - b) $S' = S/4$; $V' = V/4$
 - c) $S' = S/4$; $V' = V/8$
 - d) $S' = S/2$; $V' = V/8$